

② BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

② Offenlegungsschrift  
② DE 196 29 930 A1

② Int. Cl. 4:  
**H01F 27/245**  
H 01 F 41/02

② Aktenzeichen: 196 29 930.6  
② Anmeldetag: 24. 7. 96  
② Offenlegungstag: 5. 2. 98

DE 196 29 930 A1

② Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

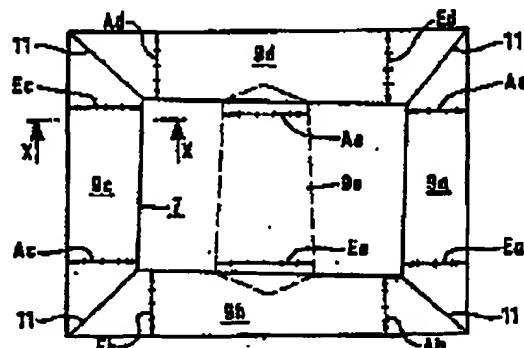
② Erfinder:  
Willig, Wilfried, Dipl.-Ing., 01277 Dresden, DE

② Entgagenthaltungen:  
US 48 48 664  
EP 00 10 427 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

Kern eines Transformators mit geschichteten Blechen sowie eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung der Bleche

② Um bei einem Kern (7), insbesondere für einen Transformator, eine verbesserte Ausnutzung an eine vorgegebene Kernquerschnittsform zu erhalten, ist vorgesehen, daß die Kernbleche (9 bis 5e) aus einem Blechband (3a bis 3e) mit einer vorgegebenen Seitenkontur (5a bis 5e) hergestellt werden. Die jeweiligen Kernbleche (9 bis 5e) weisen dadurch eine nicht konstante Breite auf. Hierzu ist ein nach diesem Verfahren hergestellbarer Kern (7), eine Vorrichtung (17) zur Herstellung des Blechbandes (3a bis 3e) und ein Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung (17) vorgesehen.



DE 196 29 930 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingesetzten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 12. 07 702 096/26

13/23

## DE 196 29 930 A1

1

2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Kern eines Induktionsbauteils mit geschichteten Blechen, eine Vorrichtung zur Herstellung eines Blechbandes für Kernbleche, ein Verfahren zum Herstellen von Kernblechen, ein Verfahren zum Herstellen eines Kerns und ein Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zum Herstellen eines Blechbandes für einen Kern.

Kerne von Leistungstransformatoren oder Leistungsdrosseln in der Hoch- und Mittelspannung haben in der Regel einen Schenkelquerschnitt mit einer stufigen Kontur. Fig. 9 zeigt hierzu ein Beispiel. Der Kern 1 ist dabei aus verschiedenen Blechpaketen 2a, 2b, 2c unterschiedlicher Breite b1, b2, b3 zusammengesetzt, um möglichst eine Kreisform zu erzielen. Die Kreisform ist erwünscht, da die auf den Schenkeln angeordneten Spulen am einfachsten rund hergestellt werden können. Dabei gilt es die nicht mit dem Eisen der Kernbleche gefüllten Bereiche 3 möglichst klein zu halten. Der Fachmann spricht dabei von einem möglichst hohen Füllfaktor.

Im Hinblick auf eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Optimierung wurde in der Vergangenheit vielfach versucht, mit möglichst wenig Stufen, also mit möglichst wenigen Blechbreiten, einen hohen Füllfaktor zu erreichen. Als Stand der Technik sei hierzu beispielhaft das Fachbuch "Transformatoren" von Rudolf Küchler, 2. Auflage, 1966, Springer-Verlag, Seiten 275 bis 282, genannt.

Ein theoretisches Optimum stellt dabei eine Stufenzahl dar, die sich aus dem Durchmesser gestellt durch die Blechdicke ergibt. Dies hätte jedoch einen unzumutbaren Aufwand in bezug auf Herstellung und Bevorratung der unterschiedlichen Blechbreiten zur Folge.

Der Erfinder liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zur Erhöhung des Füllfaktors bei einem Ebenkern anzugeben, bei der der Aufwand gering gehalten ist. Dabei sollen Lösungen für den Kern an sich sowie Mittel und Verfahren zum Herstellen des Kerns angegeben werden.

Der Erfinder kritisiert zunächst von dem herkömmlichen Ansatz Blechpakete mit fester Stufeneinteilung vorzusehen. Weiterhin erkennt er, daß ein Aufbau mit Kernblechen, die parallele Seitenkanten aufweisen, nicht unbedingt nötig ist. Es wurde also quasi ein Schritt in Richtung zu "ungenau hergestellten Kernblechen" gemacht.

Es entstand dabei der Gedanke, die Kernbleche aus einem Blechband mit fortlaufend vergrößerter Breite herzustellen. Die dabei entstehenden Ungenauigkeiten der jeweiligen Kernbleche liegen verblassen. Weit lediglich im Bereich herkömmlicher Fertigungstoleranzen.

Die Lösung der Aufgabe bezüglich des Kerns gelingt erfundengemäß mit einem Kern für ein Induktionsbauteil, insbesondere für einen Transistor oder eine Drossel, mit geschichteten Kernblechen und einer vorgeborenen Kernquerschnittsform, wobei zumindest ein Teil der Kernbleche fortlaufend aus einem Blechband gefertigt sind, das ein erstes und zweites Ende hat, wobei die beiden Enden unterschiedliche Breiten aufweisen.

Auf diese einfache Weise ist ein Kern gegeben, der bei vereinfachter Herstellung einen höheren Füllfaktor gegenüber dem Stand der Technik aufweist, wodurch wiederum die damit verbundenen, dem Fachmann allgemein bekannten Verbesserungen und Einsparungen

möglich sind. Diese Vorteile sind im Verhältnis zur veränderten Herstellung überproportional groß.

Bevorzugt erfolgt die Annäherung an die vorgegebene Schenkel- oder Kernquerschnittsform mit einer Stufenzahl, die etwa im Bereich der Kernblechanzahl des Querschnitts liegt. Dadurch ist ein Füllfaktor gegeben, der sehr nahe am theoretischen Optimum liegt. Die Kernbleche weisen mit Vorteil eine Dicke von etwa 0,1 bis 0,4 mm, beispielsweise 0,15 bis 0,3 mm, speziell 0,23 oder 0,3 mm, auf. Dabei ist eine gute Abstufung zur Annäherung an die gewünschte Querschnittsform möglich.

Es ist günstig, wenn die Kernbleche in Blechpakete aufgeteilt sind und die Blechpakete in Eckbereichen längeweise einander überlappen. Der Kern ist in seiner Form bevorzugt als CI, EI, 5-Schenkel-Kern oder als Ringkern ausgebildet. Auf diese Weise ist eine vorteilhafte Kombination von herkömmlichen Kernausbildungen mit einem hohen Füllfaktor gegeben.

Bevorzugt ist die Kernquerschnittsform kreisförmig. Damit ist eine günstige Anpassung an einfach zuwickelnde Spulen möglich. Es sind jedoch alternativ auch andere Querschnittsformen, z. B. elliptisch oder ovale, denkbar, die aus Randbedingungen resultieren. Das Induktionsbauteil ist bevorzugt ein Transistor, ein Übertrager oder eine Drossel, wobei besonders große Vorteile bei Hoch- und Mittelspannungsanwendungen gegeben sind.

Zumindest ein Teil der Kernbleche weist im wesentlichen jeweils eine Anfangsblechbreite auf, die größer oder kleiner als die jeweilige Endblechbreite ist. Der Unterschied kann dabei im Bereich von wenigen Millimetern oder Bruchteilen eines Millimeters, z. B. wenigen Zehnteln oder Hundertsteln, liegen. Durch diese geringfügige Ungenauigkeit kann als Ausgangsmaterial ein Blechband mit stetig größer werdenden Breite verwendet werden.

Benachbarte Kernbleche des Kerns weisen zumindest an einer Stelle eine Kernblechbreite wie eine benachbarte Blechlage auf. Dadurch ist eine stetig verlaufende Kernquerschnittsform gegeben. Die Kernbleche sind im Regelfall aus Eisenblech gefertigt. Alternativ sind auch andere Materialien möglich, z. B. amorphes Metall. Dieses Material eignet sich besonders günstig in der Kombination mit einem Ringkern.

Die Lösung der Aufgabe bezüglich des Verfahrens gelingt erfundengemäß mit einem Verfahren zum Herstellen von Kernblechen für einen Kern eines Induktionsbauteils, insbesondere für einen Transistor oder eine Drossel, mit einem vorgebaren Schenkelquerschnitt, wobei von einem ersten Blechband längs eines zweiten Blechband mit vorgegebener Breite fortlaufend abgetrennt wird, wobei während dieser Längsteilung die Breite in einem vorgegebenen Maß verändert wird, wodurch das zweite Blechband mit einer vorgegebenen Seitenkontur erzeugt wird, und wobei das zweite Blechband etwa quer zu seiner Längsrichtung in einzelne Kernbleche mit unterschiedlicher Blechbreite geteilt wird.

Dadurch ist ein fortlaufender Herstellungsprozeß unterschiedlicher Kernbleche unterschiedlicher Breite gegeben, der die Herstellung der gewünschten Kontur flexibel zuläßt. Dabei brauchen keine Materialbänder mit verschiedenen Breiten bevorstehen zu werden. Die Breite wird während des Längsvorschubs zumindest annähernd stetig verändert. Dabei ist die Stetigkeit im Wesentlichen auf die Gesamtlänge des Ausgangsbandes zu sehen. Geringfügige Stufen im Rahmen des Vor-

## DE 196 29 930 A1

3

4

schub einer Schneidvorrichtung sind dabei bei der Gesamtbetrachtung vernachlässigbar.

Die Seitenkontur entlang der Schnittkante des zweiten Blechbandes ist zumindest annähernd bogenförmig. Sie kann dabei auch zur Annäherung aus geradlinigen Abschnitten zusammengesetzt sein. Bei Bedarf kann mit Vorteil das zweite Blechband beidseitig mit einer vorgegebenen Seitenkontur versehen werden, so daß es eine symmetrische Form erhält.

Mit der Querteilung der aufeinanderfolgenden Kernbleche oder in einem nachfolgenden Schritt wird mit Vorteil an den Enden der jeweiligen Kernbleche eine Form nach Art eines Führungsschnittes erzeugt. Dadurch ist in einem Verfahrensschritt die endgültige Kernblechform erzeugbar. Dabei können auch Blechpakete geplündert werden, welche gegeneinander versetzte Führungsschritte aufwiesen, wodurch ein guter magnetischer Fluß im Kern gegeben ist.

Es ist grundsätzlich, wenn ausgehend von dem vorgegebenen Schenkelquerschnitt mit Hilfe eines Rechners die Seitenkontur ermittelt wird. Damit ist eine automatisierte Kernherstellung möglich, wobei die speziellen Daten für die Herstellungseinrichtungen auf Anforderung automatisch ermittelnd und das Steuereinrichtungen zugeführt werden. Gegebenenfalls kann der Rechner mit einer Steuereinrichtung auch eine Baueinheit bilden.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn Toleranzen der Dicke des Ausgangsmaterials berücksichtigt werden und in die Datenverarbeitung eingehen. Dazu kann z. B. ein Sensor zur Dicken erfassung vorgesehen sein, der die ermittelten Werte dem Rechner zuführt, so daß Dickenabweichungen von einem Normalwert bei Schlichthöhe und resultierender Seitenkontur einfließen.

Die Lösung der Aufgabe bezüglich einer Vorrichtung gelingt erfundsgemäß mit einer Vorrichtung zur Herstellung eines zweiten Blechbandes für Kernbleche, insbesondere für einen Transformator oder eine Drossel, wobei zur Längsteilung eines ersten Blechbandes ein Schneidwerkzeug vorgesehen ist, das quer zur Schneidrichtung mittels einer Verstellrichtung verschiebbar ist, wobei Mittel zum Ansteuern der Verstellrichtung während des Schneidvorgangs vorgesehen sind, darunter, daß das zweite Blechband fortlaufend mit einer vorgegebenen Seitenkontur erzeugbar ist. Damit ist eine einfache Herstellung eines Blechbandes möglich, das einen besonders einfachen Kernaufbau erlaubt.

Das Schneidwerkzeug kann als Schneidmittel einen Laser, eine Schere, eine Säge oder eine Schweißanordnung aufweisen. Durch die geeignete Anzahl eines dieser Schneidwerkzeuge ist eine gute Anpassung an die jeweils gewünschte Seitenkontur gegeben. Dabei muß die Schnitzqualität an der Seitenkontur den Anforderungen im Kernblech genügen (Graz, Toleranz usw.).

Das Schneidwerkzeug ist dabei mittels der Verstellrichtung während des Längsvorschubes stetig oder fortlaufend verstellbar. Auf diese Weise ist ein Blechband und damit Kernbleche ohne wesentliche Breitensprünge fertigbar.

Bevorzugt kann eine weitere Schneidvorrichtung zum Teilen des zweiten Blechbandes quer zur Längsrichtung zum Erzeugen von einzelnen Kernblechen vorgesehen sein. Dadurch ist eine durchgängige Herstellung der Kernbleche mit einer Fertigungseinrichtung gegeben. Zur Erzeugung einer beidseitigen, ggf. symmetrischen Seitenkontur kann auch ein zusätzliches Schneidwerkzeug vorgesehen sein.

Eine weitere Lösung sieht erfundsgemäß ein Ver-

fahren zum Betrieb einer Vorrichtung zum Herstellen eines Blechbandes für Kernbleche, mit einem Schneidwerkzeug zum Trennen eines ersten Blechbandes in Längsrichtung vor, wobei eine Vorrichtung zum Verstellen des Werkzeuges in Querrichtung zur Schneidrichtung vorgesehen ist, und wobei die Schneidvorrichtung während des Schneidvorganges in Längsrichtung quer versteht wird, darunter, daß fortlaufend ein zweites Blechband mit vorgegebener Seitenkontur erzeugt wird. Damit können Vorrichtungen nach dem Stand der Technik auf besonders einfache Weise neu verwendet werden, welche erhebliche Einsparungen bei der Kernherstellung ermöglichen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung, weitere Details und Vorteile werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipsdarstellung eines Blechbandes in einer Abwicklung für die Herstellung von Kernblechen,

Fig. 2 einen Transformatorkern im Schnitt entlang einer Blechlage,

Fig. 3 einen Querschnitt durch einen Schenkel des Transformatorkerns gemäß Fig. 2 entlang der Linie XIX,

Fig. 4, 5 und 6 alternative Blechbänder zu dem gemäß Fig. 1,

Fig. 7 einen Ringkern im Querschnitt,

Fig. 8 eine alternative Kernquer schnittsform,

Fig. 9 einen Kernquer schnitt durch einen Kernschenkel nach dem Stand der Technik und

Fig. 10 eine Prinzipsdarstellung einer Vorrichtung zum Herstellen der Blechbänder gemäß Fig. 1, 4, 5 oder 6.

Die nachfolgenden Details und Ausführungen sind rein beispielhaft auf einen Kern aus geschichteten Kernblechen, insbesondere Eisenblech, bezogen, wobei Vorrichtung, Verfahren, das dabei hergestellte Produkt, nämlich der Kern, und das Blechband oder die Kernbleche einander ergänzend beschrieben und als Kleinkomplex anzusehen sind.

Prinzipiell ist eine Anwendung der grundlegenden Idee, nämlich die Herstellung eines Körpers mit vorgegebenem Konturquerschnitt aus verschiedenen Schichten nach Art eines Laminats in der hier beschriebenen Weise, in vielen Bereichen anwendbar. Denkbare Anwendungsfälle sind beispielsweise runde Körper, Pfähle, Statoren von Motoren oder Linearmotoren, unsymmetrische Körper aus Laminaten oder Wandkerne.

Nachfolgend wird zunächst auf die Fig. 1, 2 und 3 bezug genommen, wobei gegebenenfalls eine gleichzeitige Betrachtung mehrere Figuren erforderlich ist.

Fig. 1 zeigt ein erstes Blechband 1a, das als Ausgangsmaterial für die Kernbleche eines Kerns für einen Transformator oder einer Drossel dient. Üblicherweise stehen derartige Blechbänder als sogenannte Coils mit einer standardmäßigen Breite zur Verfügung. Nach dem Stand der Technik würde dieses erste Blechband 1a dann in Teilbänder mit vorgegebener konstanter Breite (gemäß den Blechpaketen in Fig. 9) unterteilt und dann in die einzelnen Kernbleche zugeschnitten werden.

Von dem ersten Blechband 1a wird nach der neuen Idee ein zweites Blechband 3a mit vorgegebener Seitenkontur 3c abgetrennt. Die Seitenkontur 3c und die damit erzeugte Breite der jeweils abzuschneidenden Kernbleche ist darunter vorgegeben, daß nach der Verarbeitung, insbesondere der Schichtung, der jeweiligen Kernbleche zu einem Kern ein annähernd kreisförmiger Kern- oder Schenkelquerschnitt gemäß Fig. 3 gegeben ist. Die beiden Enden 6a, 6b des zweiten Blechbandes haben also unterschiedliche Breiten.

## DE 196 29 930 A1

5

6

Das zweite Blechband 3a gemäß Fig. 1 ist dabei beispielhaft für den halben Kernquerschnitt ausgelegt. Selbstverständlich kann auch ein Blechband für den gesamten Querschnitt oder nur für einen Teil, z. B. einem Drittel, vorgesehen werden. Dies kann gegebenenfalls eine Frage der zur Verfügung stehenden Coils oder der verarbeitbaren Materialmaße sein (siehe auch Fig. 4 bis 6).

Das Blechband 1 hat in der Regel eine Dicke von etwa 0,1 bis 0,4 mm, insbesondere 0,15 bis 0,3 mm, in speziellen Anwendungsfällen eine Dicke von 0,23 oder etwa 0,8 mm. Die Länge L des gezeigten Blechbandes 1a ist dabei stark verkürzt dargestellt. Die Länge L kann unter Umständen mehrere Kilometer, z. B. im Bereich zwischen 1 und 100 km, betragen.

In der Regel wird dabei Eisenblech nach den üblichen Qualitätskriterien im Transformatoren- oder Maschinensbau verwendet. Prinzipiell ist auch eine Verarbeitung von amorphen Blech, insbesondere zur Herstellung von Ringbandkernen, denkbar. Siehe hierzu auch die nachfolgende Beschreibung zu Fig. 7.

Von dem zweiten Blechband 3a werden nachfolgend in einem weiteren Verfahrensschritt die jeweiligen einzelnen Kernblöcke abgeschnitten. Diese weisen dann an einer ihrer Längsseiten eine krumme oder schräge Seitenkontur auf. Die jeweiligen Kernbleche haben dann also an ihrem einen Ende eine Blechbreite, die größer ist als am anderen Ende. Prinzipiell ist auch eine zweiseitige Bearbeitung des zweiten Blechbandes 3a möglich, so daß dieses eine symmetrische trapezförmliche Form erhält. Aus Einfachheitsgründen ist vorliegend die eingesetzte Bearbeitung im Detail beschrieben.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch einen Transformatorkern 7 entlang einer seiner Schichtebenen in einer Prinzipdarstellung, wobei zur Veranschaulichung des vorliegenden Prinzips die Schenkell- und Jochmaße stark übertrieben und verzerrt dargestellt sind. Die Kernbleche der gezeigten Ebene sind dabei farblich mit dem Bezugszahlen 9a bis 9e gekennzeichnet. Der gezeigte Transformatorkern 7 ist beispielhaft mit oder ohne Mittelschenkel 9e als Dreischenkelnkern bzw. Zweischenkelnkern (Cl- oder El-Kern) ausführbar.

Die gezeigten Kernbleche 9a bis 9e sind aus einem fortlaufenden Blechband gemäß Fig. 1 hergestellt. Sie weisen an ihren Enden jeweils gehrungsartige Schritte 11 auf. Diese sind prinzipiell aus dem Stand der Technik bekannt. Es können dabei auch schichtweise Lagen von Kernblechen gebildet werden, deren Enden schichtweise einander stufenartig überlappen. Derartige Überlappungen in den Schichten eines Transformatorkernes sind auch unter dem Begriff "Step-Lap" dem Fachmann bekannt.

Bei den jeweiligen Kernblechen 9a bis 9e sind sogenannte Blechkreise A1 bis E2 eingezeichnet, wobei die jeweiligen Breitmaße zur Veranschaulichung mit Einheitenstrichen versehen sind.

Ausgehend von dem unsymmetrischen Blechband 3a sind die hiervon abgeschnittenen Kernbleche 9a bis 9e unsymmetrisch. Die jeweiligen Breiten mit dem Buchstaben A ("Anfang" Aa bis Ae) sind jeweils kleiner als die mit dem Buchstaben B ("Ende" Ba bis Be). Die Breiten aneinanderliegender Enden der Kernbleche, z. B. Breiten Eb und Aa der Kernbleche 9b bzw. 9c, sind zumindest annähernd gleich.

Bei entsprechender Dimensionierung und Berechnung ist also aus derartigen unsymmetrischen Kernblechen prinzipiell ein Kern schachbrettförmig. Bei genauer Betrachtung der Größenordnungen der jeweiligen Maße

stellt sich heraus, daß die Unsymmetrien im Verhältnis zur Kerngröße vernachlässigbar gering oder zumindest beherrschbar sind. Dazu das folgende Rechenexample:

Es wird von einem Cl-Kern mit einer Höhe von 1,5 m und einer Breite von 2 m ausgegangen. Daraus ergibt sich ein Umfangmaß für den Kern von 7 m, was der erforderlichen Blechlänge für eine Schicht entspricht. Weiterhin wird eine Schenkeldicke von 0,25 m und eine Kernblechdicke von 0,2 mm vorausgesetzt. Daraus ergibt sich ein Gesamtbiechtlängenbedarf von 1250 Blechlagen  $\times 7 \text{ m} = 8750 \text{ m}$ .

Weiterhin wird davon ausgegangen, daß das schmalste Blech eine Breite von 5 cm und das breiteste Blech eine Breite von 25 cm aufweist. Unter der Voraussetzung eines annähernd linearen Verlaufes der Seitenkontur 5 im ersten Viertel des Blechbandes entsprechend der größten Schräge würde sich für die Endpunkte des Jochbleches 9d eine Differenzbreite von etwa 0,48 mm zwischen der Breite Aa und Ed ergeben.

Eine derartige Breitendifferenz ist jedoch aus fertigungstechnischer Sicht berücksichtiger und im Rahmen von ohnehin vorgegebenen Toleranzen verschlägiger. Die aufgezeigte fertigungstechnische Vereinfachung ist also in der weiteren Verarbeitung voll berücksichtigt und daher ohne Nachteile.

Die dadurch erzielten Vorteile sind jedoch überproportional groß und teilweise unverbaubar. Durch die Erhöhung des durch die Anpassung an die Kreisform erzielten Fullfaktorverhöhung kann entweder die Leistung des entsprechenden Transformators erhöht oder bei konstanter Leistung das Gesamtmaß, inklusive der Maße der entsprechenden Wicklungen, verringert werden. Durch die Verkleinerung der Wicklung wird zusätzlich Leitermaterial, insbesondere Kupfer oder Aluminium, eingespart, was wiederum eine Verringerung von Verlusten und eine weitere Verringerung in der gesamten Wärme- und Leistungsbemessung zur Folge hat. Es erfolgt hier also eine überproportionale vorteilhafte Energieeinsparmöglichkeit mit erheblichen Ausmaßen.

Die Fig. 4, 5 und 6 zeigen weitere Blechbänder 3b bzw. 3c bzw. 3d und 3e mit entsprechenden Seitenkonturen 5b bis 5e, die denkbar sind. Die beiden Blechbänder 3b bis 3c sind dabei als durchgehende Blechbänder für einen ganzen Kern dargestellt, wobei selbstverständlich eine Unterteilung in Teilländer für einzelne Schichten des Transformators, entsprechend den stricherten Linien 13 möglich sind.

Fig. 4 zeigt dabei eine Seitenkontur 5b, die einen steilen bogenförmigen Verlauf aufweist. Die Seitenkontur 5c gemäß Fig. 5 zeigt einen abwechselweise geradlinigen oder linearen Verlauf auf, der gegebenenfalls fertigungstechnisch in bezug auf die entsprechende Schneidvorrichtung einfacher herstellbar sein kann. Dies gilt insbesondere wenn scherenartiges Schneidmittel verwendet werden. Bei dieser Ausführung ist eine Unterteilung in einzelne Blechbänder entlang den Linien 13 entsprechend der Änderung der Seitenkontur 5b gegebenenfalls von Vorteil.

Fig. 6 zeigt ein erstes Blechband 1d, aus dem gleichzeitig oder nacheinander zwei weitere Blechbänder 3d und 3e gefertigt sind. Das erste Blechband 3d entspricht dabei im wesentlichen dem Blechband 3b gemäß Fig. 4. Das Blechband 3a ist dagegen symmetrisch ausgeführt, wobei beide Seitenkonturen 5e mit einer gebogenen Kontur versehen sind. Dieses Blechband 3a muß in der vorliegenden Ausführung für einen kreisförmigen Querschnitt entlang der Linie 13 genutzt werden.

Prinzipiell ist die vorliegende Idee auch für Bandker-

## DE 196 29 930 A1

7

8

ne, z. B. aus einem amorphen Material anwendbar. Fig. 7 zeigt hierzu beispielhaft einen Schnitthandkern 15 im Schnitt. Bei einem derartigen Schnitthandkern 15 kann es unter Umständen ebenfalls vorteilhaft sein, das zu verarbeitende zweite Blechband für einen verbesserten symmetrischen Aufbau des Kerns beidseitig mit einer entsprechenden Seitenkontur zu versehen.

Alternativ können auch lagerweise Blechbänder mit unsymmetrischer Form aufgebracht werden, so daß zumindest eine verbesserte Annäherung an die Kreisringform gegenüber einem quadratischen Querschnitt gegeben ist.

Fig. 8 zeigt beispielhaft für alle bereits beschriebenen und alle weiter denkbaren Ausführungen eine alternative Querschnittsform, die mit der neuen Idee auf einfache Weise erzielbar ist.

Fig. 10 zeigt eine Vorrichtung 17 zur Herstellung des oben beschriebenen Blechbandes für Kernbleche in einer Prinzipdarstellung. Die Fig. zeigt ein Coil 18, bei dem das äußere Blechbandende 20 des ersten Blechbandes 1a zur Längsstellung einem Schneidekopf 22 zugeführt ist. Der Schneidekopf 22 weist ein im Prinzip dargestelltes Schneidwerkzeug 24 auf. Das Schneidwerkzeug 24 kann als Schneidmittel beispielsweise einen Laser, eine Schere, eine Säge oder eine Schweißeinrichtung aufweisen. Die Auswahl des geeigneten Schneidmittels hängt dabei unter anderem auch von der gewünschten Schneidqualität, der entstehenden Schnittkanten und der Fähigkeit, gebogene Schnittführungen zu erzeugen, ab. Optional kann auch ein weiteres Schneidwerkzeug zur beidseitigen Bearbeitung des herzustellenden Blechbandes vorgesehen sein.

Der Schneidekopf 22 weist beispielhaft eine portaralige Halterung 26 auf, auf oder an der das Schneidwerkzeug 24 bewegbar geführt ist. Dazu ist eine Verstelleinrichtung 28 vorgesehen, die über Verstellmittel 30 den Vorschub des Schneidwerkzeugs 24 in Querrichtung zum Blechbandende 20 steuern. Die Verstelleinrichtung 26 weist dazu Antriebsmittel, insbesondere einen Motor M, auf, wobei die Verstellmittel 30 beispielsweise als Spindelantrieb ausgebildet sein können. Hierzu sind jedoch auch andere Ausführungen, beispielsweise mit hydraulischen Mitteln oder Schrittmotoren oder sonstigen Ausführungen gemäß dem Stand der Technik, denkbar.

Die Verstelleinrichtung 28 ist zur Erzeugung einer vorgegebenen Schnittkurve mit einer Steuereinrichtung 32 verbunden, welche bevorzugt einen Rechner umfaßt. Gegebenenfalls können ausgehend von vorgegebenen elektrischen oder mechanischen Daten eines Transformators in der Steuereinrichtung 32 eine entsprechende zu erstellende Schnittkontur des Blechbandes 1a erzeugt werden und dann entsprechende Steuersignale an die Verstelleinrichtung 28 gegeben werden. Die Steuereinrichtung 32 weist ggf. auch Anzeige- und Bedienelemente, z. B. einen Bildschirm 32a und eine Tastatur 32b, auf.

Zusätzlich kann ggf. auch ein Sensor 31 zur Erfassung der Dicke des Blechbandendes 20 vorgesehen sein. Der Sensor 31 ist mit der Steuereinrichtung 32 verbunden, so daß die erfaßten Werte bei der Berechnung der Koordinaten Berücksichtigung finden.

Weiterhin können sich Verbindungen mit einer weiteren Steuereinrichtung 33, z. B. einem Zentralrechner, vorsehen sein. Es können auch weitere Antriebsmittel, z. B. die Antriebe 25 des Coils 18 und eines weiteren Coils 19, in Wirkungsbildung hiermit stehen.

Nach dem Schneidvorgang ist das Blechbandende 20 in zwei Blechbänder, nämlich einem zweiten Blechband

34 und einem dritten Blechband 36 geteilt. Aus dem zweiten Blechband 34 sollen nachfolgend Kernbleche geschnitten werden. Das zweite Blechband 34 wird daher einer weiteren Schneidvorrichtung 40 zugeführt, die zumindest eine Querteilung des zweiten Blechbandes 34 vornimmt. Es kann sich dabei einerseits um ein großes Zuschnittsblatt oder auch um das Erzeugen einer vorgegebenen endgültigen Kernblechform handeln. Beispielsweise sind hierzu an der Ausgangsseite der Schneidvorrichtung 40 unterschiedliche Kernbleche 9 in einer Prinzipdarstellung gezeigt. Die Schneidvorrichtung 40 weist ein nicht näher im Detail gezeichnetes Schneidwerkzeug 41 auf.

Falls für das dritte Blechband 36 noch keine Verwendung gegeben ist, so kann dieses über den als Aufwickelvorrichtung dienenden Antrieb 25 aufgewickelt und einer weiteren Lagerung zugeführt werden. Hierbei ist gegebenenfalls eine Aufwickletechnik vorzusehen, die eine Beschädigung des Blechmaterials entgegenwirkt oder verhindert. Dazu ist es günstig, wenn das dritte Blechband ausgehend von einem breiteren Ende zunächst aufgewickelt wird. In dieser Hinsicht ist es auch günstig, wenn Blechbänder für lediglich einen Tellabschnitt eines gesamten Kerndurchmessers verarbeitet werden. Besonders günstig ist es, wenn ein Blechband nur maximal die Hälfte eines Kerndurchmessers beansprucht.

Selbstverständlich weist die gesamte in der Fig. 10 gezeigte Vorrichtung Antriebsmittel 42 (Prinzipdarstellung) zur Erzeugung eines Längsvorschubes des Blechbandendes 20 auf.

Selbstverständlich sind die oben aufgezeigten Ausführungen und Details unter sich oder mit Merkmalen aus dem Stand der Technik kombinierbar, ohne daß der grundlegende Gedanke der Idee verlassen wird. Wesentlich hierfür ist, daß für die Erzeugung eines Kernquerschnitts mit vorgegebener Kontur nicht Kernbleche in einer groben Abstufung mit konstanter Breite verwendet werden, sondern daß fortlaufend aus einem Band mit einem vorgegebenen Konturverlauf Kernbleche mit nicht konstanter Blechbreite verwendet werden. Auf diese Weise ist mit nur geringem Aufwand eine einfache Annäherung an eine vorgegebene Kernquerschnittsform möglich.

Prinzipiell ist die grundlegende Idee nicht nur für Kerne von Transformatoren oder Drosseln, sondern auch für sonstige Kerne anwendbar. Dies betrifft insbesondere Eisenkerne bei magnetischen Bauteilen, z. B. Motoren, insbesondere Linearmotoren. Dabei ist auch eine Anwendung bei Stator und Rotor denkbar, wobei insbesondere ein Einsatz bei nichtrotierenden Teilen günstig ist. Ggf. ist auch eine nachträgliche Bearbeitung des Kerns in seiner Außenkontur, z. B. durch Schleifen, denkbar, wodurch eine weitere Verbesserung und Annäherung an eine vorgegebene Form gegeben ist.

## Patentsprüche

- Kern (7, 15) für ein Induktionsbauteil, insbesondere für einen Transformator oder eine Drossel, mit geschichteten Kernblechen (9 bis 9e) und einer vorgebaren Kernquerschnittsform, wobei zumindest ein Teil der Kernbleche (9 bis 9e) fortlaufend aus einem Blechband (1a bis 1d) gefertigt sind, dessen beiden Enden (9a, 9b) unterschiedliche Breiten aufweisen (Fig. 2, 7).
- Kern nach Anspruch 1, bei dem die Annäherung an die Kernquerschnittsform mit einer Stufenzahl

## DE 196 29 930 A1

9

10

- erfolgt, die etwa im Bereich der Kernblechanzahl des Kernquerschnittes liegt.
3. Kern nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Kernbleche (9 bis 9e) eine Dicke von etwa 0,1 bis 0,4 mm, insbesondere 0,15 bis 0,3 mm, speziell 0,23 oder 0,3 mm, aufweisen.
4. Kern nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Kernbleche (9 bis 9e) in Blechpakete unterteilt sind, die in Eckbereichen lagenweise einander überlappend ausgebildet sind.
5. Kern nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Kernform als CI-, EI-, oder als S-Schenkel-Kern ausgebildet ist.
6. Kern nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Kernform einen geschlossenen Magnetpfad aufweist.
7. Kern nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Kernquerschnittsform zumindest annähernd kreisförmig ist.
8. Kern nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Induktionsbauteil ein Transistor oder eine Drossel ist.
9. Kern nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zumindest ein Teil der Kernbleche (9 bis 9e) im wesentlichen jeweils eine Anfangsblechbreite (Aa 25 bis Ac) aufweisen, die größer oder kleiner als die jeweilige Endblechbreite (Ea bis Ee) ist.
10. Kern nach Anspruch 9, wobei benachbarte Kernbleche (9 bis 9e) zumindest an einer Stelle ein Kernblechkreis wie eine benachbarte Blechlage aufweisen.
11. Kern nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Kernbleche (9 bis 9e) aus Eisenblech sind.
12. Verfahren zum Herstellen von Kernblechen (9 bis 9e) für einen Kern (7, 15) eines Induktionsbauteils, insbesondere für einen Transistor oder eine Drossel, mit einem vorgebaren Schenkelquerschnitt, wobei von einem ersten Blechband (1a bis 1d) längs ein zweites Blechband (3a bis 3e, 34) mit vorgegebener Breite auflaufend abgestellt wird, wobei während dieser Längsstellung die Breite in einem vorgegebenen Maß verändert wird, wodurch das zweite Blechband (3a bis 3e, 34) mit einer vorgegebenen Seitenkontur (3a bis 3e) erzeugt wird, und wobei das zweite Blechband (3a bis 3e, 34) etwa quer zu seiner Längsrichtung in einzelne Kernbleche (9 bis 9e) mit unterschiedlichen Blechbreiten geschnitten wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Maß für die Breite während des Längsvorschubs zumindest annähernd stetig verändert wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Seitenkontur (3a bis 3e) entlang der Schnittkante des zweiten Blechbandes (3a bis 3e, 34) zumindest annähernd bogenförmig ist.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei an dem zweiten Blechband (3a bis 3e, 34) beidseitig eine vorgegebene Seitenkontur (3a bis 3e) erzeugt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei mit der Querteilung des zweiten Blechbandes (3a bis 3e, 34) oder in einem nachfolgenden Schritt an den Enden der jeweiligen Kernbleche (9 bis 9e) eine Form nach Art eines Führungsschlitzes erzeugt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei Blechpakete gebildet werden, welche gegenüberliegender vertikale Führungsschlüsse aufweisen.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, wobei ausgehend von dem vorgegebenen Schenkelquerschnitt mit Hilfe eines Rechners (32) die Seitenkontur (3a bis 3e) ermittelt wird.
19. Verfahren zum Herstellen eines Kerns (7, 15), insbesondere für einen Transistor oder eine Drossel, mit einer vorgebaren Schenkelquerschnittsform, wobei aus zumindest einem zweiten Blechband (3a bis 3e, 34) mit zumindest annähernd stetig vergrößert verlaufender Breite Kernbleche (9 bis 9e) unterschiedlicher Breite abgeschnitten werden, wobei die erzeugte Seitenkontur (3a bis 3e) des zweiten Blechbandes (3a bis 3e, 34) derart vorgegeben und die Kernbleche (9 bis 9e) derart geschlossen werden, daß eine Stoßanzahl zur Annäherung an die Schenkelquerschnittsform gegeben ist, die in etwa der Kernblechanzahl entspricht.
20. Vorrichtung (17) zur Herstellung eines zweiten Blechbandes (3a bis 3e, 34) für Kernbleche (9 bis 9e), insbesondere für einen Transistor oder eine Drossel, wobei zur Längsstellung eines ersten Blechbandes (1a bis 1d) ein Schneidwerkzeug (24) vorgesehen ist, welches quer zur Schneidrichtung mittels einer Verstellvorrichtung (26) verschiebbar ist, wobei Mittel zum Aussteuern der Verstellvorrichtung (26) während des Schneidvorgangs vorgesehen sind, derart, daß das zweite Blechband (3a bis 3e, 34) mit einer vorgebaren Seitenkontur (3a bis 3e) erzeugbar ist (Fig. 10).
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, wobei das Schneidwerkzeug (24) als Schneidmittel einen Laser, eine Schere, eine Säge oder eine Schweißrichtung aufweist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 20, wobei das Schneidwerkzeug (24) mittels der Verstellvorrichtung (26) während des Längsvorschubs stetig verstellbar ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, wobei eine Vorrichtung (40) zum Teilen des zweiten Blechbandes (3a bis 3e, 34) quer zur Längsrichtung zum Erzeugen von einzelnen Kernblechen (9 bis 9e) vorgesehen ist.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, wobei ein weiteres verstellbares Schneidwerkzeug (24b) vorgesehen ist, wobei beide Schneidwerkzeuge (24, 24b) zur Erzeugung einer beidseitigen Seitenkontur (3e) am Blechband (3e) dienen (Fig. 6).
25. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung (17) zum Herstellen eines zweiten Blechbandes (3a bis 3e, 34) für Kernbleche (9 bis 9e), insbesondere für einen Transistor oder eine Drossel, mit einem Schneidwerkzeug (24) zum Trennen eines ersten Blechbandes (1a bis 1d) in Längsrichtung, wobei eine Verstellvorrichtung (26) zum Verstellen des Schneidwerkzeuges (24) in Querrichtung zur Schneidrichtung vorgesehen ist, wobei das Schneidwerkzeug (24) während des Schneidvorgangs quer zur Längsrichtung des ersten Blechbandes (1a bis 1d) verstellt wird, derart, daß ein zweites Blechband mit vorgegebener Seitenkontur erzeugt wird (Fig. 10).

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:  
Int. Cl. 9:  
Offenlegungstag:

DE 196 29 930 A1  
H 01 F 27/246  
5. Februar 1998

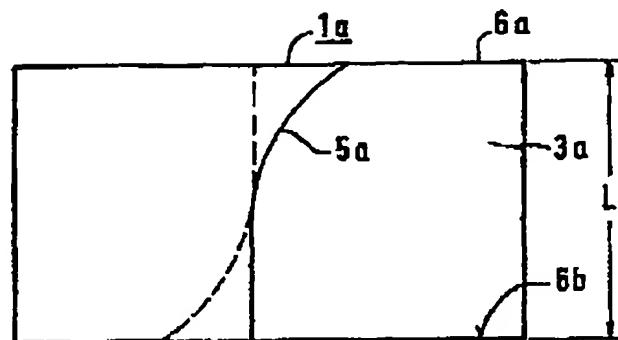


FIG 1

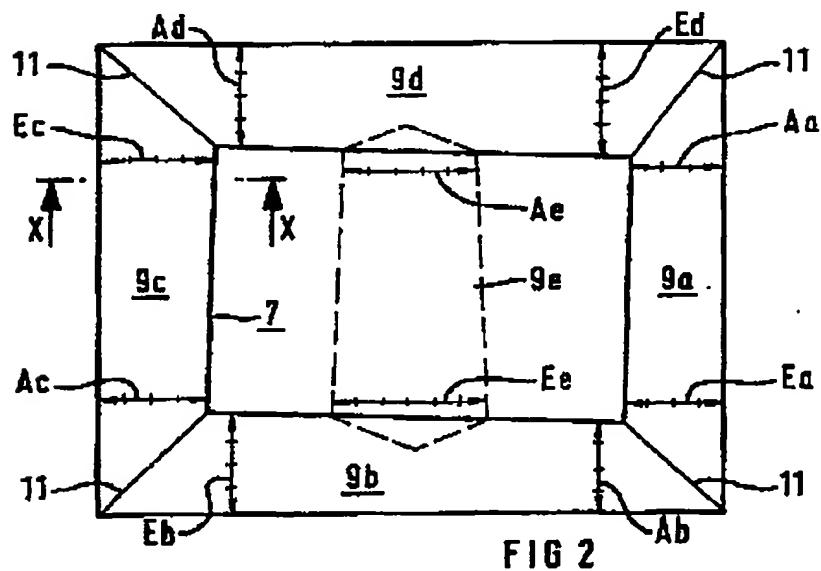


FIG 2



FIG 3

702 066/28

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer: DE 196 29 620 A1  
Int. Cl. 8: H 01 F 27/245  
Offenlegungstag: 5. Februar 1998

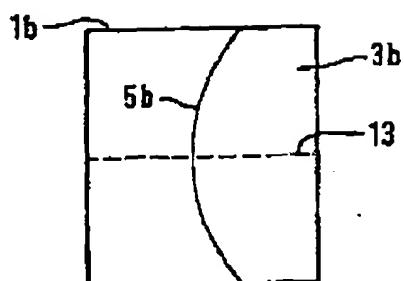


FIG 4

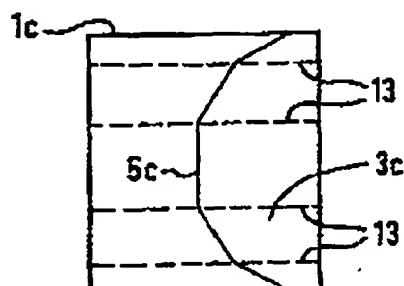


FIG 5

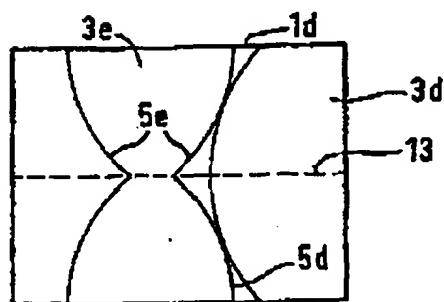


FIG 6

702 066/2B

ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:  
Int. Cl. P:  
Offenlegungstag:

DE 196 29 930 A1  
H 01 F 27/245  
6. Februar 1988

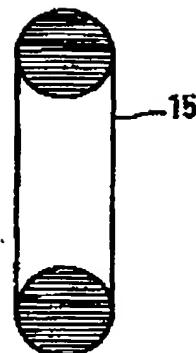


FIG 7

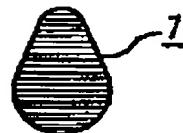


FIG 8

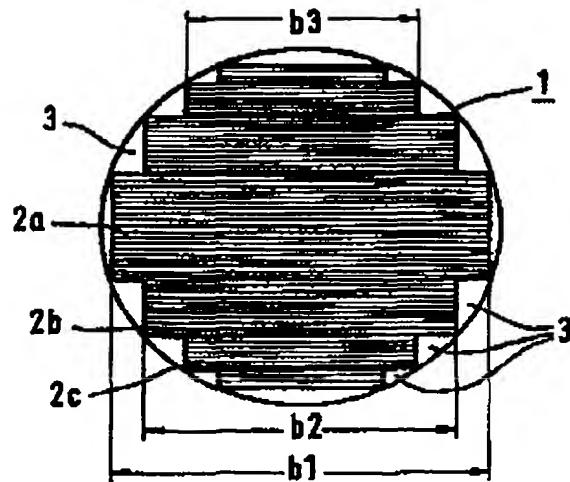


FIG 9

702 066/28

ZEICHNUNGEN SEITE 4

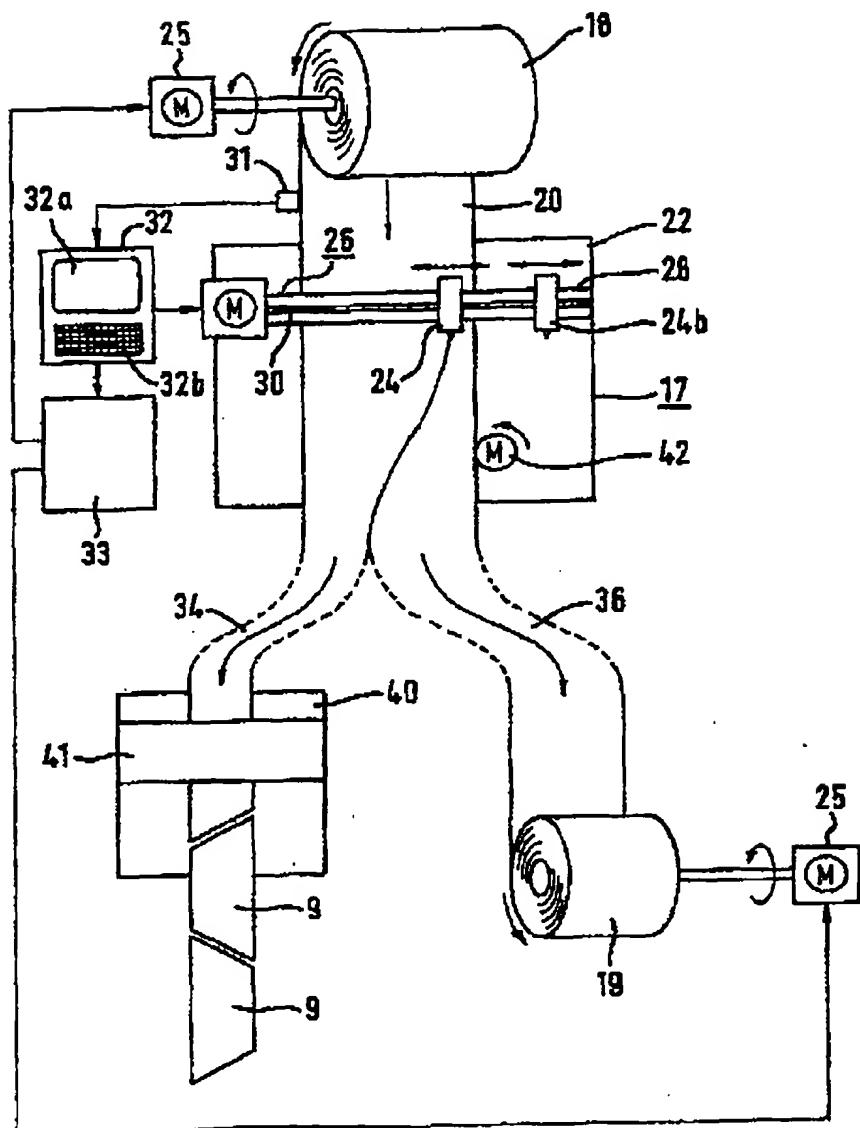
Nummer:  
Int. Cl. 8:  
Offenlegungstag:DE 196 29 920 A1  
H 01 F 27/246  
5. Februar 1998

FIG 10

702 066/28